

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-288235

(43)Date of publication of application : 04.11.1997

(51)Int.Cl.

G02B 13/18  
G02B 9/16

(21)Application number : 08-098711

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 19.04.1996

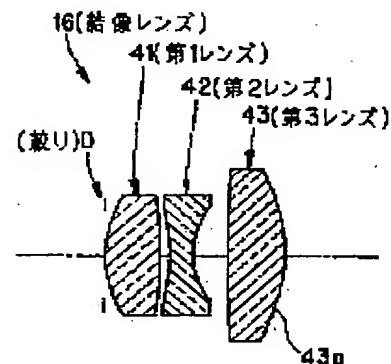
(72)Inventor : IGARI KAZUO  
ISHIKAWA YOSHIHIRO

## (54) IMAGE FORMING LENS

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image forming lens having a high image field illuminance even in the case of using in an unmagnified state, and also capable of suppressing the fluctuation of various kinds of aberration.

SOLUTION: The image forming lens 16 is constituted of three lenses; a 1st lens 41 constituted of a both-side convex lens, a 2nd lens 42 constituted of a both-side concave lens and a 3rd lens 43 constituted of a both-side convex lens positioned in this order from an object side, and the image side surface 43a of the 3rd lens 43 is made aspherical. Besides, the image forming lens is constituted so as to satisfy the following conditions;  $0.25 < f_1/f_3 < 0.75$ ,  $0.25 < |f_2|/f < 0.35$  and  $1.65 < n_{d2} < 1.72$ , provided that (f1) denote the focal distance of the 1st lens 41, (f2) distance of the 3rd lens 43, (f) denotes the composite focal distance of all the lenses and  $n_{d2}$  denotes the refractive index of the 2nd lens 42.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

Searching PAJ

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

 CLAIMS
 

---

[Claim(s)]

[Claim 1] While consisting of three lenses, the 1st lens which becomes order from a biconvex lens, the 2nd lens which consists of a biconcave lens, and the 3rd lens which consists of a biconvex lens, from a body side and forming a field by the side of an image of said 3rd lens in the aspheric surface When a refractive index of f and the 2nd lens is set [ a focal distance of f1 and the 2nd lens / a focal distance of f2 and the 3rd lens ] to Nd2 for a synthetic focal distance of f3 and all lenses, a focal distance of said 1st lens  $0.25 < f1 / f3 < 0.75$  and  $0.25 < f2 / f < 0.35$  and  $1.65 < Nd < 1.72$  — an image formation lens characterized by fulfilling a monograph affair.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to an image formation lens suitable as a lens for carrying out image formation of the photographic subject image to image sensors, such as CCD.

[0002]

[Description of the Prior Art] The illumination light from the light source is irradiated at the photographic film under conveyance developed negatives, image formation of the image light which penetrated the photographic film is carried out to solid state image pickup devices, such as CCD, through optical system, and the film picture input device which outputs the obtained image to visual equipments, such as CRT and a printer, is known. In this film picture input device, image formation of the projection light is carried out to a solid state image pickup device at the rate of actual size, and the lens of the triplet type indicated by JP,3-81714,A is used as optical system for these image formation.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] There is a defect that an image surface illuminance will become dark in connection with this if it is going to extend a field angle in order to use at the rate of actual size although a triplet lens has the advantage that the balance of many aberration can be maintained at a good condition with an easy configuration. Then, the lens of the triplet type constituted so that an image surface illuminance might become bright is proposed by JP,5-188284,A. However, if this lens is used at the rate of actual size, a curvature of field will become large too much, it becomes impossible to be able to finish stopping this, and distortion aberration will increase. Thus, it was dramatically difficult to reconcile wide-angle-izing of an image formation lens, and high illuminance-ization, and, as for the f number, about five were made into the limit with the image formation lens conventional triplet type.

[0004] Even if this invention was made in consideration of the above-mentioned situation and it uses it at the rate of actual size, an image surface illuminance is high and it aims at offering the image formation lens which suppressed fluctuation of many aberration.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, an image formation lens of this invention While three lenses, the 1st lens which becomes order from a biconvex lens, the 2nd lens which consists of a biconcave lens, and the 3rd lens which consists of a biconvex lens, constitute from a body side and forming a field by the side of an image of the 3rd lens in the aspheric surface When a refractive index of f and the 2nd lens is set [ a focal distance of f1 and the 2nd lens / a focal distance of f2 and the 3rd lens ] to  $Nd^2$  for a synthetic focal distance of f3 and all lenses, a focal distance of the 1st lens  $0.25 < f1 / f3 < 0.75$ ,  $0.25 < f2 / f < 0.35$ ,  $1.65 < Nd^2 < 1.72$  -- it is made to fulfill a monograph affair

[0006]

[Function] In this invention, while amending the spherical aberration produced when it uses at the rate of actual size by making the negative refractive power and the negative refractive index of the 2nd lens into a suitable value, change of a curvature of field can be suppressed. Moreover,

by making the field by the side of the image of the 3rd lens into the aspheric surface, the curvature of field which it was not able to finish stopping with the 2nd lens can be amended, and distortion aberration can be suppressed now.

[0007] Moreover, by filling conditional-expression  $0.25 < f_1/f_3 < 0.75$ , fluctuation of the spherical aberration produced with the 1st lens and the comatic aberration of the 3rd lens can be suppressed, the balance of many aberration can be maintained, and good optical-character ability can be obtained. When the minimum of this conditional expression is exceeded, the refractive power of the 1st lens becomes large too much, the spherical aberration produced with the 1st lens increases, and it becomes impossible for the 2nd lens to be unable to amend. When a maximum is exceeded, the refractive power of the 3rd lens becomes large too much, the comatic aberration of the 3rd lens increases, and it becomes impossible moreover, to be able to finish stopping a curvature of field.

[0008] Moreover, with constituting the 2nd lens so that conditional-expression  $0.25 < |f_2|/f < 0.351.65 < Nd < 1.72$  may be filled, while being able to amend spherical aberration, change of a curvature of field can be suppressed and the balance of many aberration can be maintained at a good condition. When either exceeds a minimum at least among the above-mentioned conditional expression, the negative refractive power of the 2nd lens becomes excessive, spherical aberration increases, and it becomes impossible to be able to finish stopping this. Moreover, if either exceeds a maximum, a curvature of field will get worse, it will become impossible for the 3rd lens to be unable to amend, and distortion aberration will increase.

[0009] In addition, the aspheric surface of the 3rd lens is formed so that conditional-expression  $X = ch^2/[1 + \sqrt{1 - (1+K)c^2h^2}] + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10}$  may be filled. Among a formula, in K, A, B, C, and D, c expresses the inverse number of radius of curvature, and h expresses the height of the beam of light from an optical axis for an aspheric surface coefficient, respectively. Here, many aberration on a shaft and besides a shaft can be amended with sufficient balance with constituting the aspheric surface so that conditional-expression  $-0.0007 < A < -0.00015$  may be filled. When the maximum and minimum of this conditional expression are exceeded, a curvature of field and spherical aberration become superfluous, and it becomes impossible to be unable to amend.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Drawing 5 shows the configuration of a film picture input device. The film picture input device 10 consists of the fluorescent lamps 11, the image read stations 12, and monitors 13 for the light sources. A photographic film 14 is conveyed with constant speed in the drawing Nakaya mark direction in between a fluorescent lamp 11 and the image read stations 12. The image read station 12 consists of the mirror 15, the image formation lens 16, the CCD line sensor 17, and the image-processing section 18 for optical-path bending, and the CCD line sensor 17 and the image-processing section 18 are formed on the printed circuit board 19 of one sheet.

[0011] The illumination light emitted from the fluorescent lamp 11 penetrates a photographic film 14, and projects a film image. It is reflected in the sense parallel to the direction of film transport by the mirror 15, and image formation of the projection light which penetrated the photographic film 14 is carried out to the CCD line sensor 17 through the image formation lens 16. The picture signal of the image by which image formation was carried out to the CCD line sensor 17 is sent to the image-processing section 18, and after it performs negative positive transform processing, gradation amendment, color correction, etc. here, it is projected on a monitor 13.

[0012] The image read station 12 is incorporated by one in the maintenance unit 20 shown in drawing 6 and drawing 7. The maintenance unit 20 consists of the main part section 21 holding a mirror 15, a lens frame 22 holding the image formation lens 16 and an image sensor frame 23 that holds the CCD line sensor 17 and a printed circuit board 19 to one, and a presser-foot board 24, as shown in drawing 7. The main part section 21, the lens frame 22, and the image sensor frame 23 are fabricated by the resin material which has protection-from-light nature, respectively. The black box 25 is formed in the main part section 21 at one, and a mirror 15 is contained by this interior. Back 25a is carrying out the opening of the black box 25, and the incidence opening 26 for carrying out incidence of the projection light which penetrated the

photographic film 14 into a black box 25 is formed in upper surface 25b. Moreover, Openings 27a and 27b are formed in the location which counters the both-sides sides 25c and 25d of a black box 25.

[0013] The lens-barrel 28 is formed in the front face of the image sensor frame 23 at one. The lens-barrel 28 is formed so that it may become the optical axis of the CCD line sensor 17 and the same axle which are incorporated in the image sensor frame 23, and Ribs 29a and 29b and a opening 30 are formed in the upper part. The lens frame 22 holding the image formation lens 16 is inserted in this lens-barrel 28, and the image formation lens 16 and the CCD line sensor 17 are positioned by this on the same axle. After the image sensor frame 23 is positioned so that the point of the lens frame 22 attached in the front face may enter in a black box 25 from back 25a in which the black box 25 carried out the opening, the screw stop of it is carried out on the main part section 21.

[0014] The presser-foot board 24 consists of metal sheet metal, is put on the upper surface of a black box 25, and a screw stop is carried out on the main part section 21. The stop piece 34 which carried out the shape of the mirror maintenance pieces 31 and 32, the press pieces 33a and 33b, and a hook of a couple while opening 24a was formed in the incidence opening 26 formed in the black box 25 at this presser-foot board 24 and the location which counters is formed in one. The mirror maintenance pieces 31 and 32 of a couple are formed so that it may face across the both-sides sides 25c and 25d of a black box 25, and the mirror attaching parts 31a and 32a which it comes to bend inside, respectively are formed in the point. A projection is laid in a black box 25 from the openings 27a and 27b by which the mirror attaching parts 31a and 32a were formed in the both-sides sides 25c and 25d of a black box 25, and a mirror 15 is laid on this.

[0015] The press pieces 33a and 33b and the stop piece 34 are formed so that it may project above a lens-barrel 28. As shown in drawing 6, the press pieces 33a and 33b suppress a lens-barrel 28 caudad in contact with the ribs 29a and 29b prepared in the upper part of a lens-barrel 28, and regulate migration in the vertical direction of the image sensor frame 23. Moreover, the stop piece 34 enters in the opening 30 formed in the lens-barrel 28, and regulates migration to the cross direction of the image sensor frame 23. When the presser-foot board 24 is put on a black box 25, it is tacking carried out of the lens frame 22 and the image sensor frame 23 to one on the main part section 21 by these, and the image formation lens 16 and the CCD line sensor 17 are positioned. And if the screw stop of the image sensor frame 23 and the presser-foot board 24 is carried out, the physical relationship of a mirror 15, the image formation lens 16, and the CCD line sensor 17 is maintained by the proper condition, and is fixed in the maintenance unit 20. In addition, if the screw stop locations 35a and 35b (refer to drawing 7) of the image sensor frame 23 on the main part section 21 are formed in the sense parallel to optical-axis 16a of the image formation lens 16 for a long time, since the image sensor frame 23 will become movable at a cross direction, the focal location of the image formation lens 16 can be adjusted to accuracy.

[0016] Drawing 1 shows the lens configuration of the image formation lens of this invention. Sequentially from the body side, the image formation lens 16 is constituted by three lenses, the 1st lens 41, the 2nd lens 42, and the 3rd lens 43, and is arranged at the image side of drawing D. The 1st lens 41 and the 3rd lens 43 consist of a biconvex lens, and the 2nd lens 42 consists of a biconcave lens. Field 43a by the side of the image of the 3rd lens 43 is formed in the shape of the aspheric surface. In addition, drawing D serves as opening by the side of the body of the lens frame 22 holding the image formation lens 16.

[0017]

[Example]

The specification of the "1st example" image formation lens 16 is as follows.

$f = 13.44f_1 = 5.09f_2 = -3.70f_3 = 10.16F_{no} = 3.5m = 0.92$  [0018] The inside of the above-mentioned data and  $f$  are the synthetic focal distance of the image formation lens 16 whole, and  $f_1$  The focal distance of the 1st lens 41, and  $f_2$  The focal distance of the 2nd lens 42, and  $f_3$  The focal distance of the 3rd lens 43 and  $F_{no}$  show the  $f$  number, and  $m$  shows the scale factor.

[0019] The lens data of the image formation lens 16 is shown in the following table 1. In addition,

the field number  $i$  is a number given to the field of each lens sequentially from the body side, and Spacing  $d$  expresses the lens thickness or the air gap between the next fields (an unit is mm).

[0020]

[A table 1]

面番号 $i$	曲率半径 $R$	面間隔 $d$	屈折率 $N_d$
1	絞 り	0. 0 0 0 0 0 0	
2	4. 9 6 0 7 2	1. 9 3 0 0 7 1	1. 8 0 4 4 6 5
3	- 1 9. 4 4 7 4 8	0. 3 3 6 9 7 1	
4	- 8. 3 4 1 6 3	0. 8 0 0 0 0 0	1. 6 8 9 3 1 2
5	3. 8 0 7 1 3	1. 1 9 0 7 8 1	
6	4 7. 6 9 0 5 1	2. 0 7 1 4 1 7	1. 7 4 3 4 9 2
7	- 8. 8 0 2 6 2 (非球面)		

[0021] The aspheric surface is formed so that conditional-expression  $X = ch^2/[1 + \sqrt{1 - (1 + K) c^2 h^2}] + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10}$  may be filled. In addition, the inside  $c$  of a formula expresses the inverse number ( $=1/R$ ) of radius of curvature, and  $h$  expresses the height of the beam of light from an optical axis. Moreover, the aspheric surface coefficient is as follows.

$K = 0.000000A = -0.452720E-03B = -0.415715E-04C = 0.308772E-05D = -0.552697E-06$  [0022] Each value of " $f_1 / f_3$ " which is the feature value of the image formation lens 16, and " $f_2 / f$ ", and " $N_d$ " is  $f_1 / f_3 = 0.5009842$ ,  $f_2 / f = 0.2752976$ ,  $N_d = 1.689312$ , and is filling conditional-expression  $0.25 < f_1 / f_3 < 0.750.25 < f_2 / f < 0.351.65 < N_d < 1.72$ .

[0023] Aberration drawing of the image formation lens 16 is shown in drawing 2. in addition, the inside of drawing — in (A), (B) expresses astigmatism and (C) expresses distortion aberration for spherical aberration. Moreover, the signs  $c$ ,  $d$ , and  $F$  in spherical-aberration drawing of drawing 2 (A) express the aberration over  $c$  line (656.3nm),  $d$  line (587.6nm), and an  $F$  line (486.1nm), respectively. Furthermore, the signs  $S$  and  $T$  in astigmatism drawing of drawing 2 (B) express the aberration over a spherical segment-cross section and a \*\*\*\*-cross section, respectively.

[0024] Next, each specification and lens data are shown about another example of the configuration of an image formation lens. Moreover, each aberration drawing of the spherical aberration by each example, astigmatism, and distortion aberration was shown in drawing 3 and drawing 4.

[0025] "The 2nd example"

$f = 13.15f_1 = 4.94f_2 = -3.63f_3 = 10.10F_{no} = 3.5m = 0.92$  [0026] The lens data of the image formation lens of the 2nd example is shown in the following table 2.

[0027]

[A table 2]

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 d	屈折率 Nd
1	絞 り	0. 000000	
2	4. 95049	1. 912273	1. 804465
3	-16. 70952	0. 330539	
4	-7. 71197	0. 800000	1. 699305
5	3. 92896	1. 301192	
6	59. 74300	2. 151344	1. 743492
7	-8. 45165 (非球面)		

[0028] The aspheric surface coefficient is as follows.

$K = 0.000000$   $A = -0.281501E-03$   $B = -0.470091E-04$   $C = 0.322713E-05$   $D = -0.365699E-06$  [0029] The feature value of the image formation lens of the 2nd example is  $f1/f3 = 0.4891089$   $|f2|/f = 0.2760456$   $Nd2 = 1.699305$ , and is filling conditional-expression  $0.25 < f1/f3 < 0.75$   $0.25 < |f2|/f < 0.35$   $1.65 < Nd2 < 1.72$ .

[0030] "The 3rd example"

$f = 13.50$   $f1 = 5.32$   $f2 = -3.83$   $f3 = 10.24$   $Fno = 3.5$   $m = 0.92$  [0031] The lens data of the image formation lens of the 3rd example is shown in the following table 3.

[0032]

[A table 3]

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 d	屈折率 Nd
1	絞 り	0. 000000	
2	5. 17571	2. 182967	1. 804465
3	-20. 00922	0. 392817	
4	-8. 30348	0. 800000	1. 689312
5	4. 02118	1. 436145	
6	29. 06657	2. 662847	1. 678553
7	-8. 77809 (非球面)		

[0033] The aspheric surface coefficient is as follows.

$K = 0.000000$   $A = -0.255770E-03$   $B = -0.152171E-04$   $C = -0.461150E-06$   $D = -0.654243E-07$  [0034] The feature value of the image formation lens of the 3rd example is  $f1/f3 = 0.5195312$   $|f2|/f = 0.2837037$   $Nd2 = 1.689312$ , and is filling conditional-expression  $0.25 < f1/f3 < 0.75$   $0.25 < |f2|/f < 0.35$   $1.65 < Nd2 < 1.72$ .

[0035]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, three lenses, a biconvex lens, a biconcave lens, and a biconvex lens, constitute an image formation lens, it is adjusting the refractive power of a biconcave lens, and while amending the spherical aberration



at the time of using at the rate of actual size, change of a curvature of field can be suppressed. Moreover, by making into the aspheric surface the field by the side of the image of the lens most located in an image side, the curvature of field which it was not able to finish stopping with a biconcave lens can be amended, and distortion aberration can be suppressed now. Even if it is the image formation lens constituted by these so that an image surface illuminance might become bright, the balance of many aberration can be maintained at a good condition.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the lens block diagram of the image formation lens of this invention.

[Drawing 2] It is aberration drawing of the image formation lens shown in drawing 1 , and (B) carries out astigmatism and, as for (C), (A) is carrying out the table of the distortion aberration for spherical aberration, respectively.

[Drawing 3] It is aberration drawing by another lens configuration of the image formation lens of this invention.

[Drawing 4] It is aberration drawing by still more nearly another lens configuration of the image formation lens of this invention.

[Drawing 5] It is the schematic diagram showing the configuration of a picture input device.

[Drawing 6] It is the external view of the maintenance unit which contains the image read station which showed drawing 5 .

[Drawing 7] It is the exploded view of the maintenance unit shown in drawing 6 .

[Description of Notations]

10 Picture Input Device

12 Image Read Station

14 Photographic Film

16 Image Formation Lens

17 CCD Line Sensor

41 1st Lens

42 2nd Lens

43 3rd Lens

D Drawing

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-288235

(43) 公開日 平成9年(1997)11月4日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 13/18  
9/16

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 13/18  
9/16

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-98711

(22) 出願日 平成8年(1996)4月19日

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社  
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 猪狩 和夫

埼玉県朝霞市泉水3-13-45 富士写真フ  
イルム株式会社内

(72) 発明者 石川 欣宏

埼玉県朝霞市泉水3-13-45 富士写真フ  
イルム株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小林 和憲

(54) 【発明の名称】 結像レンズ

(57) 【要約】

【課題】 等倍率で用いても像面照度が高く、かつ諸収差の変動を抑えた結像レンズを提供する。

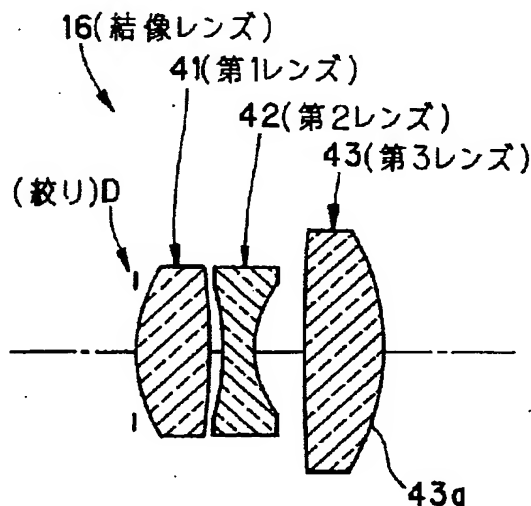
【解決手段】 結像レンズ16は、物体側から順に、両凸レンズからなる第1レンズ41、両凹レンズからなる第2レンズ42、両凸レンズからなる第3レンズ43の3枚のレンズにより構成され、第3レンズ43の像側の面43aが非球面に形成されている。また、第1レンズ41の焦点距離を $f_1$ 、第2レンズ42の焦点距離を $f_2$ 、第3レンズ43の焦点距離を $f_3$ 、全レンズの合成焦点距離を $f$ 、第2レンズ42の屈折率を $Nd_2$ としたときに、

$$0.25 < f_1 / f_3 < 0.75$$

$$0.25 < |f_2| / f < 0.35$$

$$1.65 < Nd_2 < 1.72$$

なる各条件を満たす。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、両凸レンズからなる第1レンズ、両凹レンズからなる第2レンズ、両凸レンズからなる第3レンズの3枚のレンズから構成され、前記第3レンズの像側の面を非球面に形成するとともに、前記第1レンズの焦点距離を $f_1$ 、第2レンズの焦点距離を $f_2$ 、第3レンズの焦点距離を $f_3$ 、全レンズの合成焦点距離を $f$ 、第2レンズの屈折率を $N_{d2}$ としたときに、

$$0.25 < f_1 / f_3 < 0.75$$

$$0.25 < |f_2| / f < 0.35$$

$$1.65 < N_{d2} < 1.72$$

なる各条件を満たすことを特徴とする結像レンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被写体像をCCD等の撮像素子に結像させるためのレンズとして好適な結像レンズに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】搬送中の現像済み写真フィルムに光源からの照明光を照射し、写真フィルムを透過した画像光を光学系を介してCCD等の固体撮像素子に結像させ、得られた画像をCRTやプリンタ等の映像機器に出力するフィルム画像入力装置が知られている。このフィルム画像入力装置では、投影光は等倍率で固体撮像素子に結像され、この結像用の光学系として、例えば特開平3-81714号公報に記載されているトリプレットタイプのレンズが用いられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】トリプレットレンズは、簡単な構成で諸収差のバランスを良好な状態に保つことができるという利点があるが、等倍率で用いるために画角を広げようとする、これに伴って像面照度が暗くなるという欠点がある。そこで、像面照度が明るくなるように構成されたトリプレットタイプのレンズが特開平5-188284号公報により提案されている。ところが、このレンズを等倍率で用いると、像面湾曲が大きくなりすぎてこれを抑えきれなくなり、歪曲収差が増大してしまう。このように、結像レンズの広角化と高照度化とを両立させることは非常に困難で、従来のトリプレットタイプの結像レンズでは、そのFナンバーは5程度が限度とされていた。

【0004】本発明は、上記の事情を考慮してなされたもので、等倍率で用いても像面照度が高く、かつ諸収差の変動を抑えた結像レンズを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の結像レンズは、物体側から順に、両凸レンズからなる第1レンズ、両凹レンズからなる第2レン

ズ、両凸レンズからなる第3レンズの3枚のレンズにより構成し、第3レンズの像側の面を非球面に形成するとともに、第1レンズの焦点距離を $f_1$ 、第2レンズの焦点距離を $f_2$ 、第3レンズの焦点距離を $f_3$ 、全レンズの合成焦点距離を $f$ 、第2レンズの屈折率を $N_{d2}$ としたときに、

$$0.25 < f_1 / f_3 < 0.75$$

$$0.25 < |f_2| / f < 0.35$$

$$1.65 < N_{d2} < 1.72$$

なる各条件を満たすようにするものである。

## 【0006】

【作用】本発明では、第2レンズの負の屈折力および屈折率を適切な値にすることによって、等倍率で用いた際に生じる球面収差を補正するとともに、像面湾曲の変化を抑えることができる。また、第3レンズの像側の面を非球面にすることで、第2レンズで抑えきれなかった像面湾曲を補正し、歪曲収差を抑えることができるようになる。

## 【0007】また、条件式

$$0.25 < f_1 / f_3 < 0.75$$

を満たすことにより、第1レンズで生じる球面収差および第3レンズのコマ収差の変動を抑えて諸収差のバランスを保ち、良好な光学性能を得ることができる。この条件式の下限を超えると、第1レンズの屈折力が大きくなりすぎ、第1レンズで生じる球面収差が増大して第2レンズで補正しきれなくなる。また上限を超えると、第3レンズの屈折力が大きくなりすぎ、第3レンズのコマ収差が増大して像面湾曲を抑えきれなくなる。

## 【0008】また、条件式

$$0.25 < |f_2| / f < 0.35$$

$$1.65 < N_{d2} < 1.72$$

を満たすように第2レンズを構成することで、球面収差を補正することができるとともに、像面湾曲の変化を抑え、諸収差のバランスを良好な状態に保つことができる。上記条件式のうち少なくともいずれかが下限を超えると、第2レンズの負の屈折力が過大となって球面収差が増大し、これを抑えきれなくなる。また、いずれかが上限を超えると、像面湾曲が悪化して第3レンズで補正しきれなくなり、歪曲収差が増大する。

## 【0009】なお、第3レンズの非球面は、条件式

$$X = c h^2 / [1 + \sqrt{1 - (1 + K) c^2 h^2}] + A h^4 + B h^6 + C h^8 + D h^{10}$$

を満たすように形成される。式中、 $K$ 、 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ は非球面係数を、 $c$ は曲率半径の逆数を、 $h$ は光軸からの光線の高さをそれぞれ表す。ここで、条件式

$$-0.0007 < A < -0.00015$$

を満たすように非球面を構成することで、軸上、軸外の諸収差をバランス良く補正することができる。この条件式の上限および下限を超えると、像面湾曲と球面収差が過剰となり、補正しきれなくなる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】図5は、フィルム画像入力装置の構成を示すものである。フィルム画像入力装置10は、光源用の蛍光灯11と画像読取り部12とモニター13とから構成されている。写真フィルム14は、蛍光灯11と画像読取り部12との間を图中矢印方向に一定速度で搬送される。画像読取り部12は、光路折り曲げ用のミラー15、結像レンズ16、CCDラインセンサ17、及び画像処理部18からなり、CCDラインセンサ17と画像処理部18とは、一枚のプリント基板19上に形成されている。

【0011】蛍光灯11から放たれた照明光は、写真フィルム14を透過してフィルム画像を投影する。写真フィルム14を透過した投影光は、ミラー15によってフィルム搬送方向と平行な向きに反射され、結像レンズ16を介してCCDラインセンサ17に結像される。CCDラインセンサ17に結像された像の画像信号は画像処理部18に送られ、ここでネガ・ポジ変換処理、階調補正、色補正等を施した後にモニター13に映し出される。

【0012】画像読取り部12は、図6および図7に示す保持ユニット20内に一体に組み込まれている。保持ユニット20は、図7に示すように、ミラー15を保持する本体部21、結像レンズ16を保持するレンズ枠22、およびCCDラインセンサ17とプリント基板19とを一体に保持する撮像素子枠23と、押さえ板24とから構成されている。本体部21、レンズ枠22、および撮像素子枠23は、それぞれ遮光性を有する樹脂材により成形される。本体部21には、暗箱25が一体に設けられており、この内部にミラー15が収納される。暗箱25は背面25aが開口しており、上面25bには写真フィルム14を透過した投影光を暗箱25内に入射させるための入射口26が形成されている。また暗箱25の両側面25c、25dには、対向する位置に開口27a、27bが形成されている。

【0013】撮像素子枠23の前面には、鏡筒28が一体に設けられている。鏡筒28は、撮像素子枠23内に組み込まれるCCDラインセンサ17の光軸と同軸となるように設けられており、その上部にはリブ29a、29bと開口30とが設けられている。この鏡筒28には結像レンズ16を保持したレンズ枠22が嵌め込まれ、これによって結像レンズ16とCCDラインセンサ17とが同軸上に位置決めされる。撮像素子枠23は、前面に取り付けたレンズ枠22の先端部が暗箱25の開口した背面25aから暗箱25内に入り込むように位置決めされた後、本体部21上にネジ止めされる。

【0014】押さえ板24は金属製の薄板からなり、暗箱25の上面に被せられて本体部21上にネジ止めされる。この押さえ板24には、暗箱25に形成された入射口26と対向する位置に開口24aが形成されているとともに、一対のミラー保持片31、32、押圧片33

a、33b、および鉤状をした係止片34が一体に設けられている。一対のミラー保持片31、32は、暗箱25の両側面25c、25dを挟むように設けられ、その先端部には、それぞれ内側に折り曲げられてなるミラー保持部31a、32aが形成されている。ミラー保持部31a、32aは、暗箱25の両側面25c、25dに形成された開口27a、27bから暗箱25内に突出し、この上にミラー15が載置される。

【0015】押圧片33a、33bおよび係止片34は、鏡筒28の上方に突出するように設けられている。図6に示すように、押圧片33a、33bは、鏡筒28の上部に設けられたリブ29a、29bに当接して鏡筒28を下方に押さえつけ、撮像素子枠23の上下方向への移動を規制する。また係止片34は、鏡筒28に形成された開口30内に入り込み、撮像素子枠23の前後方向への移動を規制する。これらにより、押さえ板24を暗箱25上に被せた時点でレンズ枠22と撮像素子枠23とが一体に本体部21上に仮止めされ、結像レンズ16およびCCDラインセンサ17が位置決めされる。そして、撮像素子枠23および押さえ板24をネジ止めすれば、ミラー15、結像レンズ16、CCDラインセンサ17の位置関係が適正な状態に維持され、保持ユニット20内に固定される。なお、本体部21上の撮像素子枠23のネジ止め位置35a、35b（図7参照）を、結像レンズ16の光軸16aと平行な向きに長く形成しておけば、撮像素子枠23が前後方向に移動可能となるので、結像レンズ16の焦点位置を正確に調節することができる。

【0016】図1は、本発明の結像レンズのレンズ構成を示すものである。結像レンズ16は、物体側から順に、第1レンズ41、第2レンズ42、第3レンズ43の3枚のレンズにより構成され、絞りDの像側に配置されている。第1レンズ41および第3レンズ43は両凸レンズからなり、また第2レンズ42は両凹レンズからなる。第3レンズ43の像側の面43aは、非球面状に形成されている。なお、絞りDは、結像レンズ16を保持するレンズ枠22の物体側の開口部となる。

## 【0017】

## 【実施例】

『第1実施例』結像レンズ16の仕様は次のとおりである。

$$\begin{aligned} f &= 13.44 \\ f_1 &= 5.09 \\ f_2 &= -3.70 \\ f_3 &= 10.16 \\ F_{no} &= 3.5 \\ m &= 0.92 \end{aligned}$$

【0018】上記データ中、fは結像レンズ16全体の合成焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ41の焦点距離、 $f_2$ は第2レンズ42の焦点距離、 $f_3$ は第3レンズ43の

焦点距離、 $F_{no}$ はFナンバー、 $m$ は倍率を示している。

【0019】結像レンズ16のレンズデータを次の表1に示す。なお、面番号 $i$ は物体側から順に各レンズの面に付した番号で、面間隔 $d$ は次の面との間のレンズ厚み

あるいは空気間隔を表している（単位はmm）。

【0020】

【表1】

面番号 $i$	曲率半径 $R$	面間隔 $d$	屈折率 $N_d$
1	絞 り	0.000000	
2	4.96072	1.930071	1.804465
3	-19.44748	0.336971	
4	-8.34163	0.800000	1.689312
5	3.80713	1.190781	
6	47.69051	2.071417	1.743492
7	-8.80262 (非球面)		

【0021】非球面は、条件式

$$X = c h^2 / [1 + \sqrt{1 - (1 + K) c^2 h^2}] + A h^4 + B h^6 + C h^8 + D h^{10}$$

を満たすように形成されている。なお、式中 $c$ は曲率半径の逆数（ $=1/R$ ）、 $h$ は光軸からの光線の高さを表す。また、非球面係数は以下のとおりである。

$$K = 0.000000$$

$$A = -0.452720E-03$$

$$B = -0.415715E-04$$

$$C = 0.308772E-05$$

$$D = -0.552697E-06$$

【0022】結像レンズ16の特徴値である「 $f_1/f_3$ 」, 「 $|f_2|/f$ 」, および「 $N_{d2}$ 」の各値は、

$$f_1/f_3 = 0.5009842$$

$$|f_2|/f = 0.2752976$$

$$N_{d2} = 1.689312$$

であり、条件式

$$0.25 < f_1/f_3 < 0.75$$

$$0.25 < |f_2|/f < 0.35$$

$$1.65 < N_{d2} < 1.72$$

を満たしている。

【0023】結像レンズ16の収差図を図2に示す。な

お、図中(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、

(C)は歪曲収差を表している。また、図2(A)の球面収差図における符号 $c$ ,  $d$ ,  $F$ は、それぞれ $c$ 線(656.3nm),  $d$ 線(587.6nm),  $F$ 線(486.1nm)に対する収差を表す。さらに、図2(B)の非点収差図における符号 $S$ ,  $T$ は、それぞれ球欠的断面、子午的断面に対する収差を表す。

【0024】次に、結像レンズの構成の別の実施例について、それぞれの仕様およびレンズデータを示す。また、図3および図4に、各実施例による球面収差、非点収差、および歪曲収差の各収差図を示した。

【0025】『第2実施例』

$$f = 13.15$$

$$f_1 = 4.94$$

$$f_2 = -3.63$$

$$f_3 = 10.10$$

$$F_{no} = 3.5$$

$$m = 0.92$$

【0026】第2実施例の結像レンズのレンズデータを次の表2に示す。

【0027】

【表2】

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 d	屈折率 Nd
1	絞 り	0.000000	
2	4.95049	1.912273	1.804465
3	-16.70952	0.330539	
4	-7.71197	0.800000	1.699305
5	3.92896	1.301192	
6	59.74300	2.151344	1.743492
7	-8.45165 (非球面)		

【0028】非球面係数は次のとおりである。

$$K = 0.000000$$

$$A = -0.281501E-03$$

$$B = -0.470091E-04$$

$$C = 0.322713E-05$$

$$D = -0.365699E-06$$

【0029】第2実施例の結像レンズの特徴値は、

$$f_1/f_3 = 0.4891089$$

$$|f_2|/f = 0.2760456$$

$$Nd_2 = 1.699305$$

であり、条件式

$$0.25 < f_1/f_3 < 0.75$$

$$0.25 < |f_2|/f < 0.35$$

$$1.65 < Nd_2 < 1.72$$

を満たしている。

【0030】『第3実施例』

$$f = 13.50$$

$$f_1 = 5.32$$

$$f_2 = -3.83$$

$$f_3 = 10.24$$

$$F_{no} = 3.5$$

$$m = 0.92$$

【0031】第3実施例の結像レンズのレンズデータを

次の表3に示す。

【0032】

【表3】

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 d	屈折率 Nd
1	絞 り	0.000000	
2	5.17571	2.182967	1.804465
3	-20.00922	0.392817	
4	-8.30348	0.800000	1.689312
5	4.02118	1.436145	
6	29.06657	2.662847	1.678553
7	-8.77809 (非球面)		

【0033】非球面係数は次のとおりである。

$$K = 0.000000$$

$$A = -0.255770E-03$$

$$B = -0.152171E-04$$

$$C = -0.461150E-06$$

$$D = -0.654243E-07$$

【0034】第3実施例の結像レンズの特徴値は、

$$f_1/f_3 = 0.5195312$$

$$|f_2|/f = 0.2837037$$

$$Nd_2 = 1.689312$$

であり、条件式

$$0.25 < f_1/f_3 < 0.75$$

$$0.25 < |f_2|/f < 0.35$$

$$1.65 < Nd_2 < 1.72$$

を満たしている。

【0035】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、結像レンズを両凸レンズ、両凹レンズ、両凸レンズの3枚のレンズにより構成し、両凹レンズの屈折力を調整することで等倍率で用いた際の球面収差を補正するとともに、像面湾曲の変化を抑えることができる。また、最も像側に位置するレンズの像側の面を非球面にすることで、両凹レンズで抑えきれなかった像面湾曲を補正し、歪曲収差を抑えることができるようになる。これらにより、像面照度が明るくなるように構成された結像レンズであっても、諸収差のバランスを良好な状態に保つことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の結像レンズのレンズ構成図である。

【図2】図1に示した結像レンズの収差図であり、

(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図3】本発明の結像レンズの別のレンズ構成による収差図である。

【図4】本発明の結像レンズのさらに別のレンズ構成による収差図である。

【図5】画像入力装置の構成を示す概略図である。

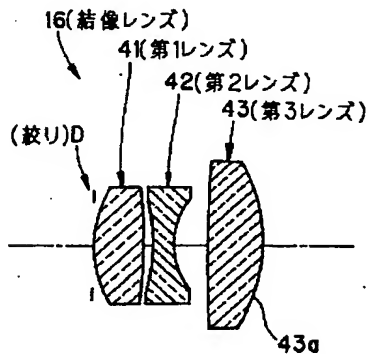
【図6】図5に示した画像読取り部を収納する保持ユニットの外観図である。

【図7】図6に示した保持ユニットの分解図である。

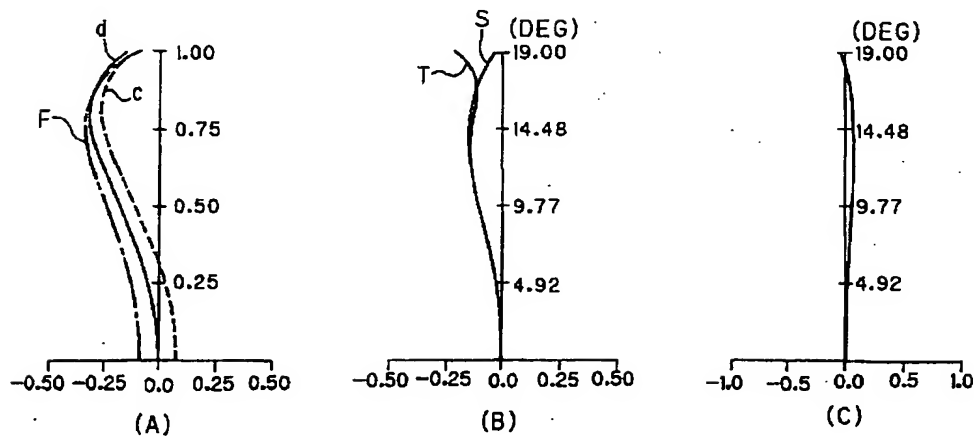
【符号の説明】

- 10 画像入力装置
- 12 画像読取り部
- 14 写真フィルム
- 16 結像レンズ
- 17 CCDラインセンサ
- 41 第1レンズ
- 42 第2レンズ
- 43 第3レンズ
- D 絞り

【図1】

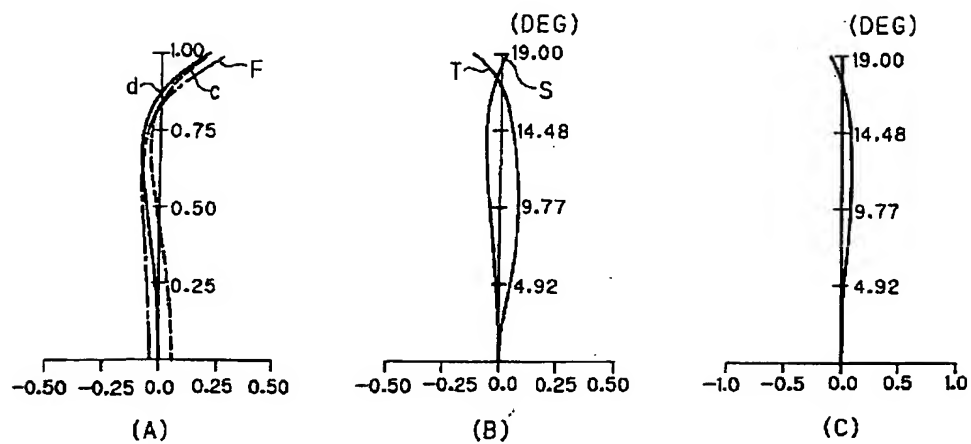


【図2】





【図 3】



【図 4】

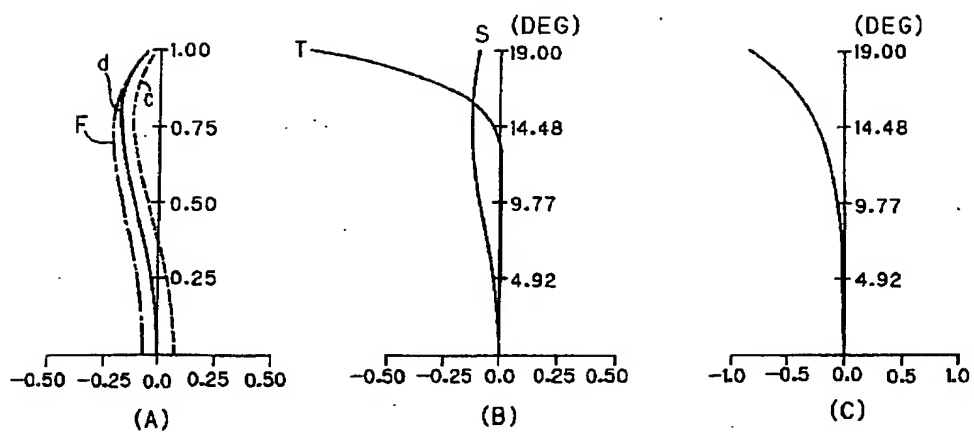


Figure 1 is a block diagram of the image pickup device. It shows a subject 10 being imaged onto a photographic film 14. The film 14 is part of a moving image pickup device 12, which includes a lens 11, a mirror 15, a focusing lens 16, a CCD line sensor 17, an image processing unit 18, and a monitor 13. The film 14 is shown moving to the right.

This diagram shows an exploded perspective view of a camera body and lens assembly. The camera body (20) is shown at the bottom, with a lens barrel (21) mounted on top. The lens barrel (21) has a lens (16) at the front. The camera body (20) includes a base (25) and a top plate (24). The top plate (24) has a central opening (24a) and a side opening (24b). The lens barrel (21) has a front flange (28) and a rear flange (29a). The lens barrel (21) is shown in an exploded position relative to the camera body (20). The lens barrel (21) has a lens (16) and a lens mount (22). The lens mount (22) has a lens flange (22a) and a lens flange (22b). The lens mount (22) is shown in an exploded position relative to the camera body (20). The lens barrel (21) has a lens flange (22a) and a lens flange (22b). The lens barrel (21) is shown in an exploded position relative to the camera body (20).